Université Mohammed V
Faculté des Sciences, Rabat

Examen final
Masters MMR/APQ
Microondes et antennes

2017/2018
Durée : 2h

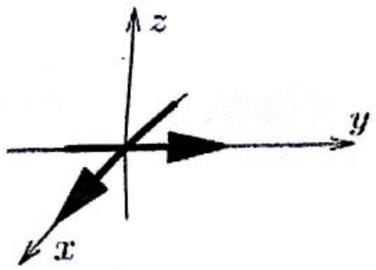
Exercice 1 : Une antenne émet un signal d'une puissance de $5W$. On mesure une densité de puissance qui suit l'expression suivante :

$$< p > = \frac{k \sin^2(\theta)}{r^2} \quad , \quad 0 \le \theta \le \pi, \quad 0 \le \phi \le 2\pi$$

Déterminer :

1- La valeur de k
2- L'expression de l'intensité de rayonnement $K_n(\theta, \phi)$ et celle de la fonction caractéristique de rayonnement $F(\theta, \phi)$
3- La largeur du faisceau à $3dB$ dans le plan $\phi = cte$.
4- La directivité $D(\theta, \phi)$ et la directivité maximale D_{max}

Exercice 2 : Soit l'antenne constituée de deux dipôles hertziens de longueur l, placés au centre du système de coordonnées comme indiqué ci-dessous. Le dipôle orienté suivant Ox est parcouru par un courant constant $\overline{I}_1 = I_0$ et celui suivant Oy est parcouru par un courant déphasé de 90°, $\overline{I}_2 = I_0 e^{\frac{j\pi}{2}}$.



1- Que doit satisfaire la longueur l d'un dipôle Hertzien vis à vis de la longueur d'onde λ ?
2- Montrer que le potentiel vecteur $\overline{A}$ est donné par :

$$\overline{A} = \frac{\mu_0 I_0 l}{4\pi} \frac{e^{-jkr}}{r} (a_x + j a_y), \quad j^2 = -1$$

3- Exprimer analytiquement les expressions des composantes du champ électrique $\overline{E}$ et du champ magnétique $\overline{H}$ dans la zone de Fraunhofer (ZF).

On rappelle que $E = -j\omega A_{\perp}$ et $\overline{H} = a_r \times \frac{\overline{E}}{\eta_0}$, $\eta_0 = 377\Omega$ en (ZF)

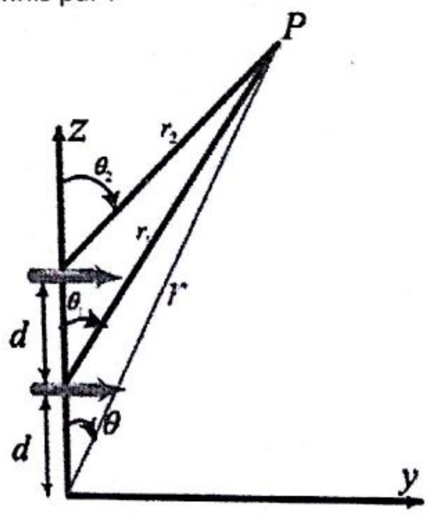
4- Déterminer la densité de puissance $< \overline{P} >$
5- Déterminer la puissance rayonnée p_{rad}.

Exercice 3 : On suppose un réseau constitué de deux dipôles de longueur $l < \lambda/10$ disposés comme l'indique la figure ci-contre. Les phaseurs courants sont définis par :

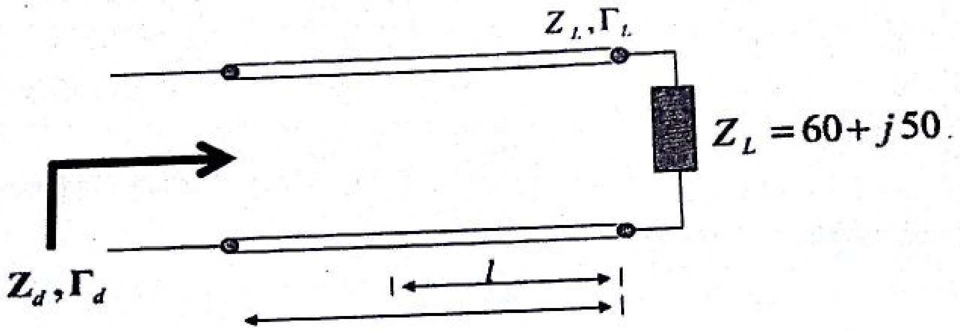
$$\overline{I}_{1,2} = I_0 e^{j\alpha_{1,2}}, \ \alpha_i = i\,\alpha, \ i = 1,2$$

En négligeant le couplage entre éléments :

1- Déterminer l'expression du champ lointain résultant $\overline{E}$
2- Etablir l'expression du facteur réseau $AF(\theta, \phi)$
3- Déterminer la fonction caractéristique $f_n(\theta, \phi)$ normalisée de l'élément du réseau.



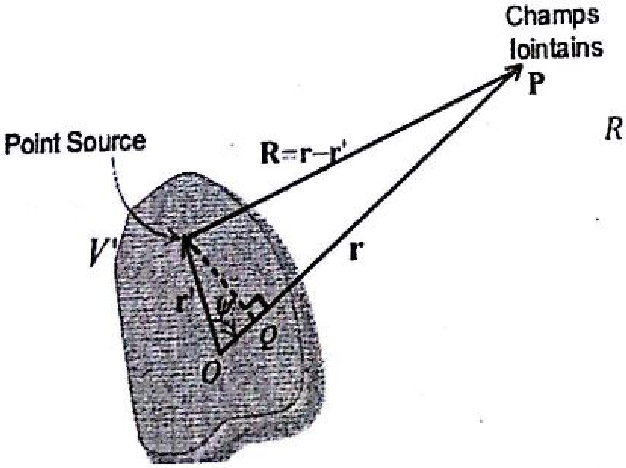
Exercice 4 (Abaque de Smith) : On considère le circuit, à ligne d'impédance caractéristique $Z_0 = 50\Omega$ et de longueur $l_0 = 0.3\lambda$, de la figure suivante :



Utiliser **l'abaque de Smith** pour trouver :

1. TOS
2. Coefficient de réflexion à la charge
3. L'admittance de charge
4. L'impédance d'entrée
5. Le coefficient de réflexion à la distance $l = 0.1\lambda$ de la charge
6. La distante de la charge au premier max de la tension
7. La distance de la charge au premier min de la tension

Données globales :



$$R = |\boldsymbol{r} - \boldsymbol{r}'| = \sqrt{r^2 + r'^2 - 2\boldsymbol{r}.\boldsymbol{r}'}$$
$$= \sqrt{r^2 + r'^2 - 2rr'\cos(\psi)}$$
$$\cong r - r'\cos(\psi) + \frac{r'^2}{2r}\sin^2(\psi),\ r \gg r'$$
$$\cong r - \underbrace{\hat{\boldsymbol{r}}.\boldsymbol{r}'}_{OQ},\ r \gg r'$$

$$\bar{\mathrm{A}}(\boldsymbol{r}) = \mu \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} \underbrace{\iiint_{V'} e^{jk\boldsymbol{r}'.\hat{\boldsymbol{r}}} \bar{\boldsymbol{J}}(\boldsymbol{r}')dv'}_{\bar{N}}$$